



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДВФУ)

**ИНСТИТУТ МАТЕМАТИКИ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ (ШКОЛА)**

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП

 Пак Т.В.

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор департамента Математического  
и компьютерного моделирования  
Сущенко А.А.

« 26 » января 2022 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Уравнения математической физики

**Направление подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика**

(Математические и компьютерные технологии)

**Форма подготовки очная**

курс 3-4 семестр 6-7

лекции 52 час.

практические занятия 00 час.

лабораторные работы 70 час.

в том числе с использованием МАО

всего часов аудиторной нагрузки 122 час.

самостоятельная работа 139 час.

в том числе на подготовку к экзамену 27 час.

контрольные работы (количество) не предусмотрены

курсовая работа / курсовой проект не предусмотрены

зачет 6 семестр

экзамен 7 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 10 января 2018 г. № 9 (с изменениями и дополнениями)

Рабочая программа обсуждена на заседании департамента математического и компьютерного моделирования, протокол № 6 от «05» марта 2022 г.

Директор департамента математического и компьютерного моделирования Сущенко А. А.

Составитель (ли): профессор А.И. Абакумов

Владивосток

2022

**Оборотная сторона титульного листа РПД**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Директор департамента \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Директор департамента \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**III. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Директор департамента \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**IV. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Директор департамента \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

## I. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ:

Цель: Приобретение у обучающихся необходимого для осуществления профессиональной деятельности уровня компетенций.

Задачи:

- развитие логического мышления;
- повышение уровня математической культуры;
- овладение современным математическим аппаратом, необходимым для изучения естественнонаучных, общепрофессиональных и специальных дисциплин;
- освоение методов математического моделирования;
- освоение приемов постановки и решения математических задач;

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие общепрофессиональные компетенции:

Наименование категории (группы) общепрофессиональных компетенций	Код и наименование общепрофессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Теоретические и практические основы профессиональной деятельности	ОПК-1 Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК-1.1 использует в профессиональной деятельности основы математических дисциплин
		ОПК-1.2 решает стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общинженерных знаний, методов математического анализа и математического и компьютерного моделирования
		ОПК-1.3 осуществляет теоретическое и экспериментальное исследование объектов профессиональной деятельности

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ОПК-1.1 использует в профессиональной деятельности основы математических дисциплин	<b>Знает</b> основные положения теории множеств, теории пределов, теории рядов
	<b>Умеет</b> вычислять пределы, производные и интегралы от элементарных функций
	<b>Владеет</b> методами построения простейших математических моделей типовых профессиональных задач
ОПК-1.2 решает стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общинженерных знаний, методов математического анализа и математического и компьютерного моделирования	<b>Знает</b> основные положения дифференциального, интегрального исчисления, методы исследования функций
	<b>Умеет</b> проводить исследование функций
	<b>Владеет</b> методами построения компьютерных и физических моделей типовых профессиональных задач
ОПК-1.3 осуществляет теоретическое и экспериментальное исследование объектов профессиональной деятельности	<b>Знает</b> методы обработки и интерпретации данных современных научных исследований
	<b>Умеет</b> собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований
	<b>Владеет</b> навыками применения, интерпретирования данных

<b>Код и наименование индикатора достижения компетенции</b>	<b>Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)</b>
	современных научных исследований

## II. ТРУДОЁМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачётных единиц (180 академических часа).

(1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам)

Видами учебных занятий и работы обучающегося по дисциплине могут являться:

Обозначение	Виды учебных занятий и работы обучающегося
Лек	Лекции
Лаб	Лабораторные работы
Пр	Практические занятия
ОК	Онлайн курс
СР	Самостоятельная работа обучающегося в период теоретического обучения
Контроль	Самостоятельная работа обучающегося и контактная работа обучающегося с преподавателем в период промежуточной аттестации

Структура дисциплины:

Форма обучения – очная.

№	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося						Формы промежуточной аттестации
			Лек	Лаб	Пр	ОК	СР	Контроль	
1	Раздел 1. Введение	6	6	6					зачёт
2	Раздел 2. Математические модели физических процессов		6	6					
3	Раздел 3. Общие вопросы теории уравнений в частных производных		6	6					
4	Раздел 4. Уравнения гиперболического типа и волновые процессы на прямой		6	6					
5	Раздел 5. Уравнения гиперболического типа и волновые процессы в пространстве		6	6			139	27	
6	Раздел 6. Метод разделения переменных (метод Фурье) и волновые процессы на прямой		6	6					
7	Раздел 7. Метод разделения переменных (метод Фурье) и волновые процессы в пространстве	7	3	6				экзамен	
8	Раздел 8. Параболические уравнения и тепловые процессы		3	8					

9	Раздел 9. Элементы теории эллиптических уравнений и гармонических функций		3	6				
10	Раздел 10. Элементы теории объемного потенциала		3	6				
11	Раздел 11. Элементы теории потенциалов простого и двойного слоя		4	8				
Итого:			52	70			139	27

### III. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

**Раздел 1. Введение. (2 час.)** Сущность метода математического моделирования. Основные этапы моделирования. Простейшие математические модели движения материальной точки.

**Раздел 2. Математические модели физических процессов. (5 час.)** Стационарные процессы. Математическая модель гравитационного поля. Уравнение Лапласа. Нестационарные процессы. Математические модели колебания струны и мембраны. Волновое уравнение. Математическая модель распространения тепла в изолированном твердом теле. Уравнение теплопроводности. Математические модели движения идеальной жидкости. Математические модели движения вязкой жидкости. Математическая модель распространения звуковых волн. Волновое уравнение. Уравнение Гельмгольца для гармонических звуковых волн. Условия Зоммерфельда на бесконечности. Математические модели электромагнитного поля. Уравнения Максвелла. Волновое уравнение для электромагнитных волн. Векторное уравнение Гельмгольца для электромагнитных волн. Примеры других математических моделей.

**Раздел 3. Общие вопросы теории уравнений в частных производных. (4 час.)** Корректно и некорректно поставленные задачи. Задача Коши для уравнения Лапласа. Типы уравнений второго порядка. Формулировка теоремы Коши-Ковалевской. Линейные однородные уравнения 1-го порядка. Метод характеристик. Решение начально-краевой задачи для неоднородного уравнения 1-го порядка. Метод энергетических неравенств. Исследование единственности и устойчивости решения начально-краевой задачи для уравнения 1-го порядка методом энергетических неравенств. Приведение к каноническому виду уравнений второго порядка с постоянными коэффициентами. Приведение к каноническому виду уравнений второго порядка с двумя независимыми переменными. Постановка задачи Коши для уравнения второго порядка.

Понятие характеристики. Примеры нахождения характеристик для уравнений второго порядка.

**Раздел 4. Уравнения гиперболического типа и волновые процессы на прямой. (3 час.)** Задача Коши для уравнения колебания струны. Формула Даламбера. Понятие плоской волны. Физический смысл решения. Задача Коши для неоднородного волнового уравнения. Устойчивость решения задачи Коши. Обобщенное решение. Начально-краевые задачи для однородного волнового уравнения на вещественной полуоси.

**Раздел 5. Уравнения гиперболического типа и волновые процессы в пространстве. (3 час.)** Задача Коши для волнового уравнения в пространстве. Формула Кирхгоффа. Физический смысл формулы Кирхгоффа. Принцип Гюйгенса. Задача Коши для волнового уравнения на плоскости. Метод спуска. Формула Пуассона. Физический смысл решения. Задача Коши для неоднородного волнового уравнения. Физический смысл решения. Теоремы единственности решений краевых задач для волнового уравнения. Область зависимости, область влияния и область определения для волнового уравнения.

**Раздел 6. Метод разделения переменных (метод Фурье) и волновые процессы на прямой. (3 час.)** Спектральная задача для простейшего одномерного дифференциального оператора 2-го порядка. Собственные значения и собственные функции и их свойства. Применение метода Фурье для уравнения свободных колебаний струны. Обоснование метода Фурье для уравнения свободных колебаний струны. Метод Фурье для вынужденных колебаний струны (с подвижными границами). Спектральная задача для одномерного дифференциального оператора с переменными коэффициентами. Формулировка теоремы существования и свойства решения спектральной задачи (собственных значений и функций). Применение метода Фурье для одномерного уравнения гиперболического типа с переменными коэффициентами. Единственность и устойчивость решения первой краевой задачи для одномерного уравнения гиперболического типа с переменными коэффициентами.

**Раздел 7. Метод разделения переменных (метод Фурье) и волновые процессы в пространстве. (3 час.)** Многомерная спектральная задача. Формулировка теоремы существования и свойства решения (собственных значений и функций). Применение метода Фурье для двумерного волнового уравнения. Колебания прямоугольной мембраны. Физический анализ решения. Применение метода Фурье для уравнения

колебаний круглой мембраны. Цилиндрические функции Бесселя, Неймана и Ханкеля.

**Раздел 8. Параболические уравнения и тепловые процессы. (4 час.).** Принцип максимума для трехмерного однородного уравнения теплопроводности. Единственность и устойчивость решения первой краевой задачи. Принцип максимума для уравнения параболического типа с переменными коэффициентами. Единственность и устойчивость решения первой краевой задачи. Решение первой краевой задачи для одномерного однородного уравнения теплопроводности методом Фурье. Обоснование метода Фурье. Решение первой краевой задачи для одномерного неоднородного уравнения теплопроводности методом Фурье. Постановка задачи Коши для одномерного уравнения теплопроводности. Единственность и устойчивость решения. Применение метода Фурье для решения одномерной задачи Коши для уравнения теплопроводности. Фундаментальное решение и его свойства. Обоснование метода Фурье для задачи Коши для уравнения теплопроводности. Физический анализ решения. Сущность метода интегральных преобразований. Применение для решения задачи Коши для неоднородного одномерного уравнения теплопроводности.

**Раздел 9. Элементы теории эллиптических уравнений и гармонических функций. (4 час.)** Понятие гармонической функции. Понятие сингулярного, регулярного и фундаментального решений для уравнений Пуассона и Гельмгольца. Их свойства и физический смысл. Элементы теории обобщенных функций.  $\delta$ -функция и ее физический смысл. Интегральные формулы Грина. Интегральное представление гладких функций. Основные свойства гармонических функций. Принцип максимума и следствия к нему. Теоремы о единственности и устойчивости решений первой краевой задачи (внутренней и внешней) для уравнения Пуассона. Теоремы о единственности решений второй и третьей краевой задачи (внутренней и внешней) для уравнения Пуассона. Решение краевой задачи для уравнения Лапласа в круге, кольце, прямоугольнике методом Фурье. Формула Пуассона решения краевой задачи для уравнения Лапласа в круге. Поведение гармонической функции на бесконечности. Формула Пуассона решения краевой задачи для уравнения Лапласа в шаре.

**Раздел 10. Элементы теории объемного потенциала. (3 час.).** Несобственные кратные интегралы, зависящие от параметра. Равномерная сходимости. Теорема о непрерывности равномерно сходящегося интеграла. Понятие и физический смысл потенциала (объемного, простого и двойного слоя). Объемный потенциал. Теорема о непрерывной дифференцируемости

объемного потенциала в пространстве. Вторые производные объемного потенциала. Дифференциальное уравнение для объемного потенциала.

**Раздел 11. Элементы теории потенциалов простого и двойного слоя. (4 час.).** Потенциал простого слоя и его свойства. Формулы для скачка его нормальных производных на границе. Потенциал двойного слоя и его свойства. Формулы для скачка предельных значений на границе. Метод функций Грина решения краевой задачи для уравнения Пуассона. Элементы теории интегральных уравнений. Альтернатива Фредгольма. Формулировка теорем Фредгольма. Сущность метода граничных интегральных уравнений. Сведение задачи Дирихле для уравнения Лапласа к граничному интегральному уравнению. Сведение задачи Неймана для уравнения Лапласа к граничному интегральному уравнению.

#### **IV. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ**

На практических занятиях студенты решают задачи на избранные темы. В рамках самостоятельной работы студентов запланирована одна индивидуальная домашняя письменная контрольная работа в 6-м семестре. Цель её – закрепление пройденного теоретического и практического материала.

**Занятие 1.** Основные этапы математического моделирования. Примеры простейших математических моделей. (2 час.)

**Занятие 2.** Классификация и приведение к каноническому виду уравнений в частных производных второго порядка с постоянными коэффициентами. (2 час.)

**Занятие 3.** Приведение к каноническому виду уравнений второго порядка с двумя независимыми переменными. (2 час.)

**Занятие 4.** Характеристики для уравнений первого и второго порядков. (2 час.)

**Занятие 5.** Формула Даламбера решения задачи Коши для уравнения колебания струны. (2 час.)

**Занятие 6.** Построение решения задачи Коши методом распространяющихся волн. Начально-краевые задачи для уравнения колебания струны на вещественной полуоси. (2 час.)

**Занятие 7.** Спектральная задача для одномерного дифференциального оператора второго порядка. (2 час.)

**Занятие 8.** Применение метода Фурье для однородного уравнения колебания струны. Физический анализ решения. (2 час.)

**Занятие 9.** Применение метода Фурье для неоднородного уравнения колебания струны. Физический анализ решения. (2 час.)

**Занятие 10.** Применение метода Фурье для однородного уравнения колебания мембраны. Физический анализ решения. (2 час.)

**Занятие 11.** Применение метода Фурье для однородного одномерного уравнения теплопроводности. Физический анализ решения. (2 час.)

**Занятие 12.** Применение метода Фурье для неоднородного уравнения теплопроводности. Физический анализ решения. (2 час.)

**Занятие 13.** Решение задачи Коши для неоднородного уравнения теплопроводности методом интегральных преобразований. Физический анализ решения. (2 час.)

**Занятие 14.** Основные свойства гармонических функций. (2 час.)

**Занятие 15.** Решение задачи Дирихле для уравнения Лапласа в прямоугольнике. (2 час.)

**Занятие 16.** Решение задачи Дирихле для уравнения Лапласа в прямоугольном параллелепипеде. (2 час.)

**Занятие 17.** Свойства объемного потенциала и потенциалов простого и двойного слоя. (4 час.)

## **V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ (И ОНЛАЙН КУРСА ПРИ НАЛИЧИИ)**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Уравнения математической физики» включает в себя:

### **План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине**

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	В течение семестра	Подготовка рефератов по обязательным разделам курса с использованием материалов учебника Г.В. Алексеева «Классические модели и методы математической физики»	На написание одного реферата отводится не менее двух недель. Требования к оформлению рефератов стандартные.	Защита рефератов проводится как в виде устного опроса (УО-1), в ходе коллоквиума (УО-2), так и в виде доклада (УО-3).
2		Подготовка рефератов по дополнительным разделам курса с использованием дополнительной учебной и научной литературы.	На написание одного реферата отводится не менее двух недель. Требования к оформлению рефератов стандартные.	Защита рефератов проводится как в виде устного опроса (УО-1), в ходе коллоквиума (УО-2), так и в виде доклада (УО-3).

## **VI. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА**

№	Контролируемые разделы / темы	Коды и этапы	Оценочные средства -
---	-------------------------------	--------------	----------------------

п/п	дисциплины	формирования компетенций		наименование	
				текущий контроль	(вопросы к экзамену)
1	Раздел 1. Введение	ОПК-1	Знает	УО-1 (устный опрос)	1
			Умеет		
			Владеет		
2	Раздел 2. Математические модели физических процессов	ОПК-1	Знает	УО-1	1-8
			Умеет		
			Владеет		
3	Раздел 3. Общие вопросы теории уравнений в частных производных.	ОПК-1	Знает	УО-2 (коллоквиум) УО-1	9-17
			Умеет		
			Владеет		
4	Раздел 4. Уравнения гиперболического типа и волновые процессы на прямой	ОПК-1	Знает	УО-2 (коллоквиум) УО-1 (устный опрос)	18-20
			Умеет		
			Владеет		
5	Раздел 5. Уравнения гиперболического типа и волновые процессы в пространстве	ОПК-1	Знает	УО-1	21-25
			Умеет		
			Владеет		
6	Раздел 6. Метод разделения переменных (метод Фурье) и волновые процессы на прямой	ОПК-1	Знает	УО-2 (коллоквиум)	26-31
			Умеет		
			Владеет		
7	Раздел 7. Метод разделения переменных (метод Фурье) и волновые процессы в пространстве	ОПК-1	Знает	УО-2 УО-1	32-34
			Умеет		
			Владеет		
8	Раздел 8. Параболические уравнения и тепловые процессы	ОПК-1	Знает		35-42
			Умеет		
			Владеет		
9	Раздел 9. Элементы теории эллиптических уравнений и гармонических функций	ОПК-1	Знает	УО-2 УО-3 (доклад, сообщение)	43-51
			Умеет		
			Владеет		
10	Раздел 10. Элементы теории объемного потенциала	ОПК-1	Знает	УО-2 УО-3, УО-4 (дискуссия)	52- 54
			Умеет		
			Владеет		
11	Раздел 11. Элементы теории потенциалов простого и двойного слоя	ОПК-1	Знает	УО-2 УО-3, УО-4	55, 56
			Умеет		
			Владеет		

## VII. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**Основная литература**  
**(электронные и печатные издания)**

1. Ильин А.М. Уравнения математической физики. Издательство Физматлит. 2010. 192 с.  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=2181](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2181)
2. Емельянова В.М., Рабыкина В.А. Уравнения математической физики. Практикум по решению задач. М.: Изд-во Лань. 2010. 224 с.  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=140](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=140)
3. Абдурахманов В.Г., Булгакова Г.Т. Уравнения математической физики. Теория и практика. Издательство ФЛИНТА. 2014. 338 с.  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=51962](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=51962)
4. Блинова И.В., Попова И.Ю. Простейшие уравнения математической физики. Издательство. НИУ ИТМО (Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики). 2010. 60 с. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=43439](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=43439)
5. Сабитов К.Б. Уравнения математической физики. Издательство Физматлит. 2013. 352 с.  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=59660](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59660)
6. Прокудин Д.А., Глухарева Т.В., Казаченко И.В. Уравнения математической физики: учебное пособие. Издательство КемГУ. 2014. 163 с. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=58343](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=58343)
7. Полянин А.Д. Справочник по линейным уравнениям математической физики. Издательство Физматлит. 2010. 592 с.  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=48190](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=48190)

**Дополнительная литература**  
**(печатные и электронные издания)**

1. Алексеев Г.В. Классические модели и методы математической физики: Учебное пособие для вузов. Владивосток: Изд-во. Дальнаука. 2011. 456 с.
2. Арсенин В.Я. Методы математической физики и специальные функции. М: Наука, 1974. 432 с.
3. Бабич В.М., Григорьева Н.С. Ортогональные разложения и метод Фурье. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та., 1983. 240 с.
4. Владимиров В.С. Уравнения математической физики. М: Наука, 1981. 512 с.
5. Годунов С.К. Уравнения математической физики. М.: Наука, 1971. 416 с.
6. Коробейников В.П. Принципы математического моделирования. Владивосток, ДальНаука, 1997. 240 с.
7. Михлин С.Г. Линейные уравнения в частных производных. М.: Высшая

- школа, 1977. 432 с.
8. Михлин С.Н. Лекции по линейным интегральным уравнениям. М.: Физматгиз, 1959. 232 с.
  9. Петровский И.Г. Лекции об уравнениях с частными производными. М.: Физматгиз, 1961. 400 с.
  10. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование. М.: Наука, 1997. 320 с.
  11. Смирнов М.М. Дифференциальные уравнения с частными производными второго порядка. М: Наука, 1974. 210 с.
  12. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики. М: Изд-во Моск. ун-та. 1999. 800 с.
  13. Свешников А.Г., Боголюбов А.Н., Кравцов В.В. Лекции по математической физике: Учебник для вузов. Москва: Изд-во МГУ. Наука. 2004. 416 с.
  14. Владимиров В.В., Жариков В.С. Уравнения математической физики: Учебник для вузов. Москва: Изд-во Физико-математическая литература. 2004. 400 с.
  15. Краснопевцев Е.А. Математические методы физики. Избранные вопросы: Учебник для вузов. Новосибирск: Изд-во НГТУ. 2003. 244 с.
  16. Пикулин В.П., Похожаев С.И. Практический курс по уравнениям математической физики: Учебное пособие для вузов. Москва: Изд-во МНЦМО. 2004. 208 с.
  17. Сабитов К.Б. Уравнения математической физики: Учебное пособие для вузов. Москва: Изд-во Высшая школа. 2003. 255с.
  18. <http://window.edu.ru/resource/433/24433> Попов И.Ю. Лекции по математической физике. - СПб.: СПбГИТМО(ТУ), 2004. - 104 с.
  19. <http://window.edu.ru/resource/183/79183> Жидков А.А., Калинин А.В., Тюхтина А.А. Математические основы современной теории краевых задач для уравнений с частными производными: Электронное учебно-методическое пособие. - Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2012. - 82 с.
  20. <http://window.edu.ru/resource/224/79224> Жислин Г.М. Интегральные преобразования в задачах математической физики. Электронное учебно-методическое пособие. - Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2012. - 80 с.
  21. Алексеев Г.В. Классические методы математической физики: Учебное пособие. Часть 1. - Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 2005. – 224 с. <http://window.edu.ru/resource/008/63008>
  22. Алексеев Г.В. Классические методы математической физики: Учебное

пособие. Часть 2. - Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 2005. - 195 с.  
<http://window.edu.ru/resource/009/63009>

### **Перечень информационных технологий и программного обеспечения**

1. Российское образование <http://www.edu.ru/> (Портал содержит каталог образовательных web - ресурсов по многим учебным дисциплинам, тексты законодательных и нормативных документов по образованию, федеральные программы и стандарты развития образования, информацию о конкурсах на получения грантов, сведения об образовательных учреждениях всех видов, глоссарий образовательных терминов)
2. Электронная каталог библиотеки ДВФУ: <http://lib.dvfu.ru/>
3. Exponenta.Ru <http://www.exponenta.ru/> (Сайт показывает возможности популярных математических пакетов (Mathcad, Matlab, Maple, Mathematica, Statistica) для решения учебных и практических задач; содержит рекомендации, руководства по работе с математическими пакетами. Ссылки на основные ресурсы российского Интернета, посвященные использованию математических пакетов в образовании и в науке, опыт использования компьютера в математическом образовании. Математика – онлайн)
4. Интернет-библиотека по математике <http://ilib.mccme.ru/> (Сайт Московского Центра непрерывного математического образования)
5. Издательство «Лань»: <http://e.lanbook.com>, к ресурсам которого есть доступ с ДВФУ
6. Math.ru - библиотека <http://www.math.ru/lib/formats> (В библиотеке представлены книги, которые многие годы пользуются популярностью у студентов, преподавателей и просто любителей математики. Также содержит книги по физике).

### **VIII. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

На вводной лекции даются рекомендации по планированию и организации времени, отведенного на изучение дисциплины; рекомендации по работе с литературой. Большинство вопросов из лекционного материала подробно представлено в учебном пособии Алексеева Г.В. «Классические модели и методы математической физики», изданном в издательстве Дальнаука в 2011 г.

### **IX. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. Мультимедийная аудитория (мультимедийный проектор Optima EX542I – 1 шт.; аудио усилитель QVC RMX 850–1 шт.; колонки – 1 шт.; ноутбук; ИБП – 1 шт.; настенный экран; микрофон – 1 шт.) для проведения лекций в формате презентаций.

2. Учебный компьютерный класс и Мультимедийный класс с выходом в сеть Интернет.

## X. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

В соответствии с требованиями ФГОС ВО для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений планируемым результатам обучения по дисциплине созданы фонды оценочных средств:

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции/планируемые результаты обучения	Наименование оценочного средства	
1.	Теоретическая часть	<b>ОПК-1</b> Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК-1.1 использует в профессиональной деятельности основы математических дисциплин	Реферат, доклад, презентация
			ОПК-1.2 решает стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общинженерных знаний, методов математического анализа и математического и компьютерного моделирования	
			ОПК-1.3 осуществляет теоретическое и экспериментальное исследование объектов профессиональной деятельности	
2.	Практическая часть	<b>ОПК-1</b> Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности	ОПК-1.1 использует в профессиональной деятельности основы математических дисциплин	лабораторные работы
			ОПК-1.2 решает стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общинженерных знаний, методов математического анализа и математического и компьютерного моделирования	
			ОПК-1.3 осуществляет теоретическое и экспериментальное исследование объектов профессиональной деятельности	

### Вопросы к экзамену

1. Сущность метода математического моделирования. Основные этапы моделирования. Простейшие математические модели движения материальной точки.
2. Стационарные процессы. Математическая модель гравитационного поля. Уравнение Лапласа.
3. Нестационарные процессы. Математические модели колебания струны и мембраны. Волновое уравнение.
4. Математическая модель распространения тепла в изолированном твердом теле. Уравнение теплопроводности.
5. Математические модели движения идеальной жидкости.
6. Математические модели движения вязкой жидкости.

7. Математическая модель распространения звуковых волн. Волновое уравнение. Уравнение Гельмгольца для гармонических звуковых волн. Условия Зоммерфельда на бесконечности.
8. Математические модели электромагнитного поля. Уравнения Максвелла. Волновое уравнение для электромагнитных волн. Векторное уравнение Гельмгольца для электромагнитных волн.
9. Корректно и некорректно поставленные задачи. Задача Коши для уравнения Лапласа.
10. Типы уравнений второго порядка. Формулировка теоремы Коши-Ковалевской.
11. Линейные однородные уравнения 1-го порядка. Метод характеристик.
12. Решение начально-краевой задачи для неоднородного уравнения 1-го порядка. Метод энергетических неравенств.
13. Метод энергетических неравенств. Исследование единственности и устойчивости решения начально-краевой задачи для уравнения 1-го порядка методом энергетических неравенств.
14. Приведение к каноническому виду уравнений второго порядка с постоянными коэффициентами.
15. Приведение к каноническому виду уравнений второго порядка с двумя независимыми переменными.
16. Постановка задачи Коши для уравнения второго порядка. Понятие характеристик.
17. Примеры нахождения характеристик для уравнений второго порядка.
18. Задача Коши для уравнения колебания струны. Формула Даламбера. Понятие плоской волны. Физический смысл решения.
19. Задача Коши для неоднородного волнового уравнения. Устойчивость решения задачи Коши. Обобщенное решение.
20. Начально-краевые задачи для однородного волнового уравнения на вещественной полуоси.
21. Задача Коши для волнового уравнения в пространстве. Формула Кирхгоффа.
22. Физический смысл формулы Кирхгоффа. Принцип Гюйгенса.
23. Задача Коши для волнового уравнения на плоскости. Метод спуска. Формула Пуассона. Физический смысл решения.
24. Задача Коши для неоднородного волнового уравнения. Физический смысл решения.
25. Теоремы единственности решения краевых задач для волнового уравнения. Область зависимости, область влияния и область определения для волнового уравнения.
26. Спектральная задача для простейшего одномерного дифференциального оператора 2-го порядка. Собственные значения и собственные функции и их свойства.
27. Применение метода Фурье для уравнения свободных колебаний струны. Обоснование метода Фурье для уравнения свободных колебаний струны.

28. Метод Фурье для вынужденных колебаний струны (с подвижными границами).
29. Спектральная задача для одномерного дифференциального оператора с переменными коэффициентами. Формулировка теоремы существования и свойства решения (собственных значений и функций).
30. Применение метода Фурье для одномерного уравнения гиперболического типа с переменными коэффициентами.
31. Единственность и устойчивость решения первой краевой задачи для одномерного уравнения гиперболического типа с переменными коэффициентами.
32. Многомерная спектральная задача. Формулировка теоремы существования и свойства решения (собственных значений и функций).
33. Применение метода Фурье для двумерного волнового уравнения. Колебания прямоугольной мембраны. Физический анализ решения.
34. Применение метода Фурье для уравнения колебаний круглой мембраны. Цилиндрические функции Бесселя, Неймана и Ханкеля.
35. Принцип максимума для трехмерного однородного уравнения теплопроводности. Единственность и устойчивость решения первой краевой задачи.
36. Принцип максимума для уравнения параболического типа с переменными коэффициентами. Единственность и устойчивость решения первой краевой задачи.
37. Решение первой краевой задачи для одномерного однородного уравнения теплопроводности методом Фурье. Обоснование метода Фурье.
38. Решение первой краевой задачи для одномерного неоднородного уравнения теплопроводности методом Фурье.
39. Постановка задачи Коши для одномерного уравнения теплопроводности. Единственность и устойчивость решения.
40. Применение метода Фурье для решения одномерной задачи Коши для уравнения теплопроводности. Фундаментальное решение и его свойства.
41. Обоснование метода Фурье для задачи Коши для уравнения теплопроводности. Физический анализ решения.
42. Сущность метода интегральных преобразований. Применение метода для решения задачи Коши для неоднородного одномерного уравнения теплопроводности.
43. Понятие гармонической функции. Понятие сингулярного, регулярного и фундаментального решений для уравнений Пуассона и Гельмгольца. Их свойства и физический смысл.
44. Элементы теории обобщенных функций.  $\delta$ -функция и ее физический смысл.
45. Интегральные формулы Грина.
46. Основные свойства гармонических функций. Принцип максимума и следствия к нему.
47. Теоремы о единственности и устойчивости решений первой краевой задачи (внутренней и внешней) для уравнения Пуассона.

48. Теоремы о единственности решений второй и третьей краевой задачи (внутренней и внешней) для уравнения Пуассона.
49. Решение краевой задачи для уравнения Лапласа в круге методом Фурье.
50. Формула Пуассона решения краевой задачи для уравнения Лапласа в круге. Поведение гармонической функции на бесконечности.
51. Формула Пуассона решения краевой задачи для уравнения Лапласа в шаре.
52. Несобственные кратные интегралы, зависящие от параметра. Равномерная сходимости. Теорема о непрерывности равномерно сходящегося интеграла. Понятие и физический смысл потенциала (объемного, простого и двойного слоя).
53. Объемный потенциал. Теорема о непрерывной дифференцируемости объемного потенциала в пространстве.
54. Вторые производные объемного потенциала. Дифференциальное уравнение для объемного потенциала.
55. Потенциал простого слоя и его свойства. Формулы для скачка его нормальных производных на границе.
56. Потенциал двойного слоя и его свойства. Формулы для скачка предельных значений на границе. Метод функций Грина решения краевой задачи для уравнения Пуассона.
57. Элементы теории интегральных уравнений. Альтернатива Фредгольма. Формулировка теорем Фредгольма.
58. Сущность метода граничных интегральных уравнений. Сведение задачи Дирихле для уравнения Лапласа к граничному интегральному уравнению.
59. Сведение задачи Неймана для уравнения Лапласа к граничному интегральному уравнению.